

## 「二重課題法」による各種動作の精神的負荷に関する研究

平井 敏幸\*・須田 和也\*\*・西條 修光\*\*\*

(平成 4 年 6 月 1 日受付, 平成 4 年 7 月 24 日受理)

### A Study of Mental Load in Various Kinds of Actions by the Dual Task Method

Toshiyuki HIRAI, Kazuya SUDA and Osamitsu SAIJO

The aim of this study was to confirm mental load of various kinds of actions by the dual task method.

When two tasks were given at the same time, we examined the disposal of energy on each task. Ten men participated in this experiment. There were the primary task and secondary task.

1) Primary task: Primary task was to sit, stand, pull up, walk, swing a racket, pedal a bicycle, throw a ball, jump and mental work. These tasks were performed under both easy and difficult conditions.

2) Secondary task: Secondary task was to listen to a sound of 1000 Hz for a duration of 200, 300 and 400 m.sec. Subjects must respond to the sound that they choose 300 m.sec.

The results may be summarized as follows:

1) There were a significant difference of mental load among actions.

2) There were a difference in the mental load during any given task depending on whether the conditions were easy or difficult on same actions.

3) Mental work as the primary task resulted in the largest amount of mental load.

Key Words: Mental Load, Actions and Dual Task Method

#### 1. はじめに

スポーツの練習や試合時における精神的負荷<sup>†</sup>を評価することは、適正なレベルを維持することにより、プレーヤーへの過度な負担<sup>†</sup>を避け適度な緊張感を維持することが可能となるため、練習効果を高めたり、あがり対策をはじめとした試合での実力発揮の手だてを考える上で重要である。にもかかわらず、筆者らはこの点について実験的に検討した研究を寡聞にして余り知らない。

この背景には、どんな動作や運動であっても大脳の働きが関与しており、筋的負担と精神的負担をそれぞれ別個に評価することが困難なこと、筋出力のように直接に負荷の大きさを測ることが、精神的負荷については困難なことなどがある<sup>2)</sup>。したがって、精神的負荷については、何らかの負荷を与えた際の生体側の反応からそれを

推定せざるをえないことになる。

最近、生体情報(血圧、心拍数、呼吸数、GSR など)を利用した精神的負荷の評価が行われるようになってきたが、ここで得られた情報には個人差や個体内条件による差が意外と大きいこと。スポーツ場面では運動そのものによる影響が大きく、精神的負荷によるものの区別が困難という問題点がある<sup>2)-4)</sup>。

ところで、Kahneman<sup>5)</sup>らは注意の容量説すなわち、活動を支える心的エネルギーには容量があり、活動の難易度によって容量の需要が異なり、容量内であれば複数の活動も並列処理できるが、総量が限界を越えるとどちらか一方の活動の実行が困難となるという理論モデルを提案した。

Kahneman らの脳における情報処理能力に容量があ

\* 日本体育大学陸上研究室講師, \*\* 日本体育大学体育心理学研究室, \*\*\* 日本体育大学女子短期大学専門3研究室

† ここでいう負荷とは、人間に対して外界から働き人間の生理的・心理的状态を乱すもの、負担とはこのときの人間の受ける影響のことをさしている<sup>1)</sup>。

るという仮説をもとにして、小木<sup>2)</sup>、高野<sup>3)</sup>、Brown<sup>6)</sup>、Rolfe<sup>7)</sup>、Mulder<sup>8)</sup>、遠藤<sup>9)</sup>は心理的不応期のあることからわかるように、脳が行う情報処理が原理的に「1チャンネル」であることを利用して、間接的に精神的負荷をみる試みを進めている。すなわち、次々に反応が必要な条件では、刺激の知覚・判断・反応の選択に注意を向け、この1チャンネルをそのつど新たな刺激に切り替えて処理しているとみることができる。もし、1チャンネルを完全に占有する条件をつくって、本課題以外にどれくらい別課題にそのチャンネルが使えるかをみることであれば、もとの本課題に対する注意集中、いわば脳で行われている情報処理の度合いがわかる<sup>2)</sup>。この考え方で精神的負荷の大きさを推定しようとするのが「二重課題法」(Dual task method)である。

図1は二重課題法を提案したBrown<sup>6)</sup>のモデルである。主課題Aと主課題Bとがあり、脳の「チャンネル容量」の範囲内で1チャンネルを占有しているとする、この占有度の差は直接測ることはできない。そこで、適当な副次課題を選び、副次課題を主課題AまたはBと同時にやり、副次課題での成績の差をみることにより主課題AとBとのチャンネルの占有度の差を間接的に比較することができる。この副次課題の成績低下の差がもとの主課題の差ということになる。これがスペア・キャパシティー (spare capacity: 心的予備能力—図中の斜線部分) 又はリザーブ・キャパシティー (reserve capacity) である。すなわち、このスペア・キャパシティーの程度から、主課題の精神的負荷の大きさを相対的に比較推定しようとするものが「二重課題法」といわれるものである。

そこで本研究は「二重課題法」を用い、日常生活や運動に関わる基本的な動作の精神的負荷に違いがみられるかを、スペア・キャパシティーの程度から比較推定することを目的とした。

## 2. 方法

1) 被験者は健康な19歳から45歳の男子10名を対象にした。実験は1990年8月から1991年6月にかけて、本学の体育心理学研究室内の実験室でおもに行なった。

2) 主課題として、日常生活や運動に関わる基本的動作<sup>10)</sup>のなかから、表1のような動作の難易度や多忙さの異なる「椅座位」「立位」「引きあげる」「歩行」「ラケットをふる」「自転車こぐ」「ボールを投げる」「ジャンプする」を行わせた。また、精神作業として労働科学研究所作成のアメフリ抹消検査<sup>11)</sup>も行わせた。検査は無秩序

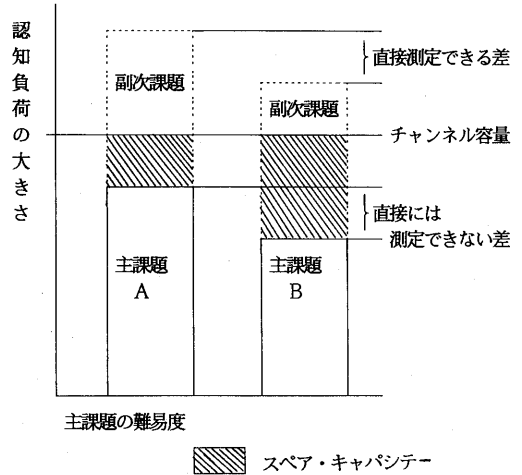


図1 二重課題法のモデル (Brown, I. D. 1964)<sup>6)</sup>

に並んでいるカタカナの中から、アメフリの4文字をみつけて抹消させ認知弁別能をみるテストI、アメフリの4文字を残して他の文字を全部抹消させ動作能をみるテストIIからなっている。

これら動作や精神作業を10分間、自由に行う条件(条件無)と一定の課題を与えて行う条件(条件有)にわけ行わせた。但し、「椅座位」「立位」「アメフリ抹消検査」については条件無のみであった。

3) 副次課題はこれまでの研究<sup>2),9)</sup>を参考にし、比較的学习効果が少なく、主課題の妨害にならないと思われる音信号の弁別・応答を用いた。音信号は周波数1000 Hzの音を使用し、持続時間200・300・400 m.secのうち300 m.secの音を弁別・応答させた。信号は2~4秒間隔でランダムに180回提示した。

音信号はAVテキストスコープ(岩通アイセル製: IS-701)とパーソナル・コンピューター(NEC: PC-9801 RA)にて作成・制御した。なお、音信号はヘッドホンより与え、応答はマイクロホンより收音し同器械に記録させた。

4) 本実験開始前に主課題、副次課題に十分習熟させるために、被験者ごとに課題について練習させた。

本実験では、開始直前に「主課題を優先的にやり、余力があれば副次課題も行うように」と指示して行った。

なお、実験では被験者ごとに主課題の順序を変え、順序効果をなくすためにカウンターバランスを行った。

5) 実験終了後、被験者に実験での多忙感の自己評価を求めた。多忙感の程度は7段階の評定尺度により求め、1が「非常に忙しい」、7が「非常に暇である」を意

表 1 主課題の内容（下記の課題を 10 分間行う）

動作課題	自由に行う課題 (条件無)	一定の課題 (条件有)
椅座位	椅子に腰掛ける	
立位	立つ	
引きあげる	デジタル力量計（背筋力）を自由な力で引き続ける	デジタル力量計の表示を見ながら、10 Kg の力で引き続ける
歩行	歩く（8m の往復）	1m 間隔で設置した障害物を避けて歩く
ラケットをふる	バドミントンのラケットをふる	天井より 120 cm の位置につるしたシャトルを打つ
自転車をこぐ	自転車エルゴメーターをこぐ	デジタル表示を見ながら、1 回転 2 秒のテンポでこぐ
ボールを投げる	軟式テニスボールを 4m 離れた壁に投げる	直径 30 cm の的に向かって投げる（的の高さ 150 cm）
ジャンプする	その場でのジャンプ	ジャンプして前後左右に移動する
精神作業課題（アメフリ抹消検査）		
テスト I	無秩序に並んでいるカタカナの中から、アメフリの 4 文字を抹消する	
テスト II	テスト I と反対に、アメフリの 4 文字を残し他の文字を抹消する	

味している。

### 3. 結果

#### 1) 「椅座位」と各種動作における副次課題・正答率の比較

スピア・キャパシテータは音信号の正答率でみた。ここでの正答率とは、副次課題に対して被験者が指示通り 300 m.sec の音を弁別・応答した個数と、応答しなくてもよい 200・400 m.sec の音に不応答であった個数の和を総信号数で除したもののことである。

図 2 は、動作のなかで最も精神的負荷が小さいと思われる「椅座位」を基本動作として、各種動作や精神作業との間で正答率に差があるかをみたものである。

「椅座位」と各種動作との間で正答率に差があるかについて t 検定を行ったところ、条件無では「ボールを投げる」( $P < .05$ ) で有意な低下が、「ラケットをふる」「自転車をこぐ」「ジャンプする」はそれぞれ 10% 水準ではあるが有意な傾向がみられた。条件有では「ラケットをふる」( $P < .05$ )、「自転車をこぐ」( $P < .01$ )、「ボールを投げる」( $P < .01$ )、「ジャンプする」( $P < .05$ ) で有意な低下が、「歩行」は 10% 水準ではあるが有意な傾向がみられた。

「椅座位」と精神作業であるアメフリ抹消検査のテス

ト I、テスト II では、各種動作にくらべて最も大きな低下 ( $P < .01$ ) がみられた。

#### 2) 各種動作における条件間の副次課題・正答率の比較

図 3 は同じ動作の条件無と有で副次課題・正答率に違いがあるかをみたものである。いずれの動作においても条件有の方で低下の傾向が、とくに「自転車をこぐ」( $P < .01$ )、「ボールを投げる」( $P < .05$ )、「ジャンプする」( $P < .05$ ) で有意な低下がみられた。

#### 3) 多忙感の自己評価

図 4 は、各種動作での多忙感を 7 段階の評定尺度で求めたものである。図中の評価点 1 は「非常に忙しい」、7 は「非常に暇である」を意味している。これをみると、条件間では有の方で多忙感のあること。動作間では 1) でみた正答率とほぼ同じような、つまり多忙さを感じている動作ほど正答率の低い傾向がみられた。

### 4. 考察

1) 「椅座位」を最も精神的負荷の小さい動作と考え、他の動作との正答率の差をみたところ、条件無では「ボールを投げる」で、条件有では「ラケットをふる」「自転車をこぐ」「ボールを投げる」「ジャンプする」で有意な低下がみられた。そして、精神作業である「アメフリ

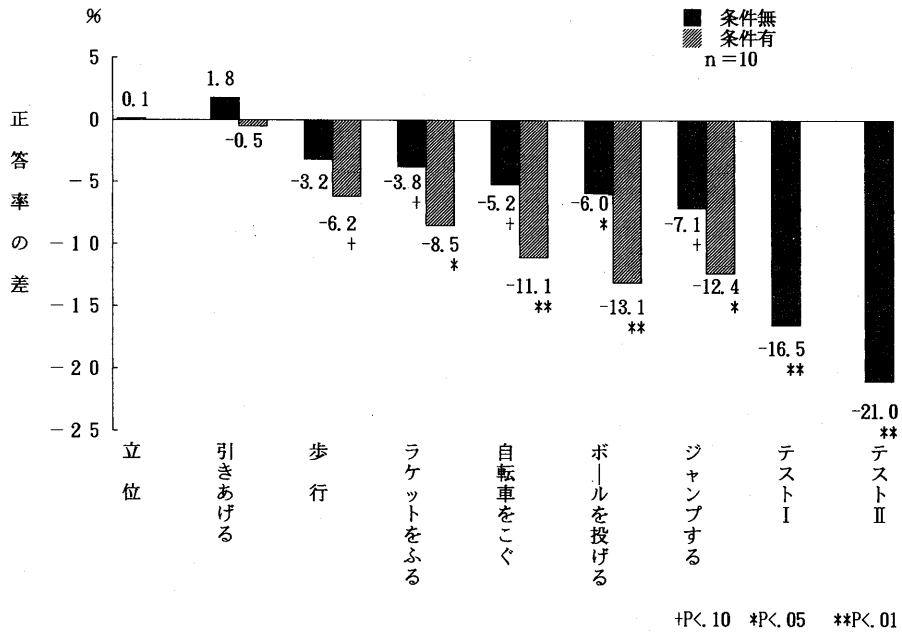


図 2 椅座位と各種動作との正答率の差 (各種動作—椅座位)

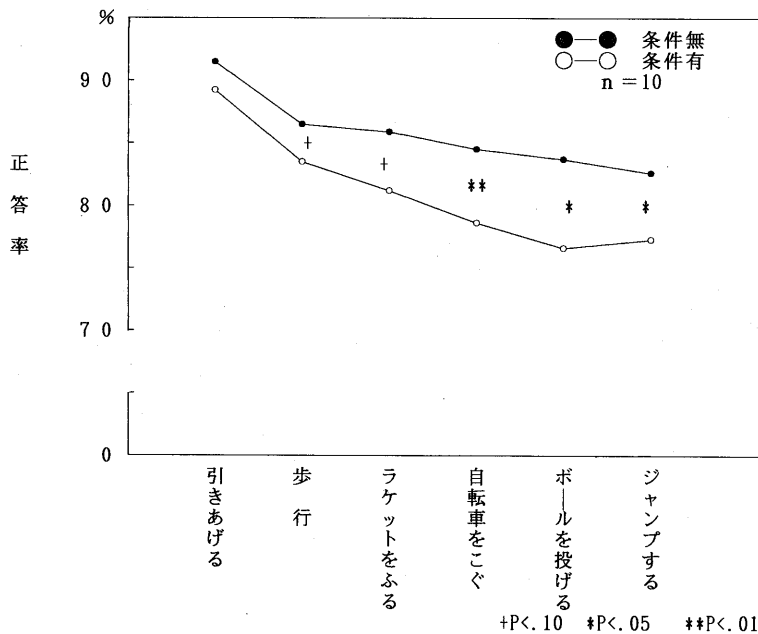


図 3 各種動作の条件無・有における副次課題の正答率 (%)

抹消検査」では最も大きな低下がみられた。しかしながら、「立位」「引きあげる」では有意な低下がみられなかった。

Bornemann<sup>12)</sup> は、身体作業、余暇活動、事務作業の代表例について精神緊張度をみたところ、短期記憶をまじえて集中して行われる「暗算」的な事務作業で精神緊張

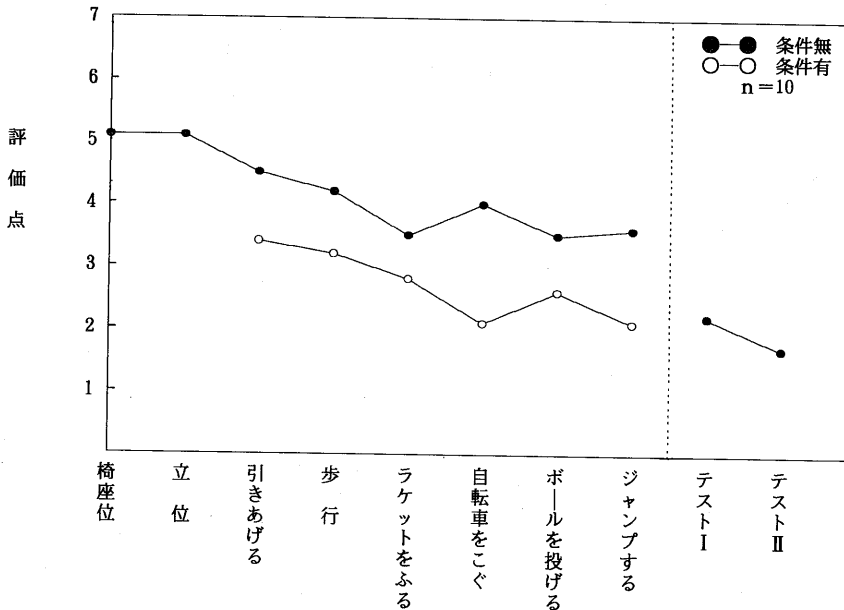


図 4 多忙感の自己評価

度が最も高い。これに対して、単純な動作の反復ですむ場合には精神緊張度が低く、同じ動作であっても手技的要素が加わったり、情報処理が多いと精神緊張度が高くなると報告している。

これを本研究の結果とあわせて考察すると、「椅座位」「立位」のような単純な動作を維持する場合にくらべて、「自転車をこぐ」「ボールを投げる」「ジャンプする」では、動作の難易度や多忙さが増加し、そこで必要とされる知覚・判断・反応の選択といった情報処理の度合いが相対的に多くなってくる。そのため、限定された脳の情報処理能力においては、スベア・キャパシティーに余裕がなくなり、正答率の低下が生じたと考えられる。なお、精神作業である「アメフリ抹消検査」で正答率の顕著な低下がみられたのは、各種動作にくらべて筋出力への負担は小さいものの、情報処理の度合いが大きいことからきたのであろう。

2) そこでこの点を確かめるために、同じ動作であっても条件無と有で正答率に違いがみられるか。およびその時の多忙感の自己評価をみることにした。

その結果、いずれの動作においても条件有の方で低下が、とくに「自転車をこぐ」「ボールを投げる」「ジャンプする」の動作で有意な低下がみられた。動作中の多忙感には条件有の方で大となっており、多忙さを感じているほど正答率の低下する傾向がみられた。

高野ら<sup>3)</sup>、西岡ら<sup>13)</sup>、小松原<sup>14)</sup>は多忙感の自己評価、

レーダーに進入してくる飛行機の数、ディスプレイ上の画面処理数と情報処理能力の関係をみたところ、多忙さや処理数が増加するとともに情報処理能力の低下が起ること。遠藤ら<sup>9)</sup>、Schouten ら<sup>15)</sup>、Posner ら<sup>16)</sup>は暗算・電話送受信・読書などの課題時、暗算や座金・ナット課題時、大小二種類の標的を打つ課題時の正答率や反応時間の変化をみたところ、暗算や小標的課題時に低下の著しいことをみている。

これらの結果から、同じ動作であっても条件無のように自分のペースで自由に課題を遂行する場合は、課題の難易度や多忙さが低く、脳の情報処理能力のなかで必要とされる容量が少なくすむ、スベア・キャパシティーにも余裕があり主・副次両課題の並列処理が可能である。ところが、条件有のように一定の課題にそって遂行する場合は、課題の難易度や多忙さが相対的に増加するため、主課題のみで総容量に近づき、スベア・キャパシティーに余裕がなくなり副次課題の処理が困難となることが考えられる。

以上の考察をまとめると、「椅座位」「立位」のように単純な動作の維持では、情報処理の必要性が少なく精神的負荷も小であるが、「自転車をこぐ」「ボールを投げる」「ジャンプする」のように動作の難易度や多忙さが増加すると大になっていくことが推定される。

3) これまでの考察から、運動パフォーマンスと精神的負荷の関係について以下の説明が可能となろう。

プレーヤーの情報処理能力には限界があるので、これをはるかに上回る複雑で困難な課題が与えられたり、同じ課題であってもそのペースが自分側でなく相手側にある場合、いわゆる over load の状態となり、見逃しが発生したり、パフォーマンスが低下する。したがって、プレーヤーの情報処理能力にあった情報の内容や量を考慮する必要がある。

## 5. 要約

二重課題法によって、日常生活や運動に関わる基本的な動作の精神的負荷に違いがみられるかを、スベア・キャパシティーの程度から比較推定することを目的とした。

その結果、

1) 動作間では「椅座位」「立位」よりも、「自転車をこぐ」「ボールを投げる」「ジャンプする」の方が精神的負荷が大であった。

2) 同じ動作であっても、一定の課題を与える条件の方が自由な条件よりも精神的負荷が大であった。

3) 精神作業であるアメフリ抹消検査で最も精神的負荷が大であった。

以上のことから、課題の難易度や多忙さによって精神的負荷の異なってくることが推定された。

## 文 献

- 1) Ergonomic principles in the design of work system, ISO 6385 (1981). (後掲書 14. より引用)
- 2) 小木和孝:「神経感覚的負担」, 労働の科学, 34(4), pp. 49-54 (1979).
- 3) 高野研一ほか:「生体情報を利用した精神作業負荷の評価に関する基礎的研究」, 産業医学, 32, pp. 105-117 (1990).
- 4) 高野研一ほか:「生体情報を利用した作業者の心身状態評価法の現状と動向」, 産業医学, 34, pp. 95-115 (1992).
- 5) Kahneman, D.: Attention and effort, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1973. (ノーマン, D. A. 「記憶の科学」, 紀伊国屋書店, 1978 より引用)
- 6) Brown, I. D.: The measurement of perceptual load and reserve capacity. Transactions of the

- Association Industrial Medical Officers, 14, pp. 44-49 (1964).
- 7) Rolfe, J. M.: The secondary task as a measure of mental load, Measurement of Man at Work, Singleton, W. T., Fox, J. G. and Whitfield, D. (ed), Taylor and Francis Ltd., pp. 135-149 (1973).
- 8) Mulder, G.: Mental load, mental effort and attention, Mental Workload=Its theory and measurement, Moray, N. (ed), New York: Plenum Press, pp. 299-325 (1979).
- 9) 遠藤敏夫ほか:「二重課題法によるスベア・キャパシティーの定量的解析 (その1) —二重課題法としての信号音の発生装置の開発とその応用例」, 日衛誌, 34(1), p. 239 (1979).
- 10) 宮畑ほか:「身体運動の科学」, 学芸出版社, pp. 171-191 (1968).
- 11) 労働科学研究所編:「労研・適性検査の手びき」, 労働科学研究所, pp. 116-126 (1972).
- 12) Bornemann, E.: Untersuchungen über den Grad der geistigen Beanspruchung, 12, p. 142 (1942). (前掲書 2. より引用)
- 13) 西岡昭ほか:「航空管制作業の Work load の評価に関する実験的研究」, 労働科学, 54(12), pp. 651-661 (1978).
- 14) 小松原明哲:「Visual Display 作業における精神負担」, 人間工学, 19(2), pp. 81-86 (1983).
- 15) Schouten, J. E., Kalsbeek, J. W. H. and Leopold, F. F.: On the evaluation of perceptual and mental load, Ergonomics, 5, pp. 251-260 (1962).
- 16) Posner, M. I. and Keele, S. W.: Attention demands of movements, Proceedings of the 16th international Congress of Applied Psychology, Amsterdam, Swets and Zeittinger, pp. 418-422 (1969).
- 17) シンガー:「スポーツトレーニングの心理学」, 大修館書店, pp. 308-316 (1986).
- 18) 麓ほか:「運動行動の心理学」, 高文堂出版社, pp. 85-102 (1989).
- 19) スミスほか編:「運動行動のメカニズム」, 建帛社, pp. 133-154 (1990).
- 20) 平井ほか:「二重課題法による各種動作のスベア・キャパシティーに関する研究 (1)」, スポーツ心理学研究, 18(1), pp. 96-99 (1991).
- 21) 須田ほか:「運動学習過程におけるスベア・キャパシティーの変化に関する研究—二重課題法による」, 日本体育学会第 42 回大会号, p. 186 (1991).